УДК 577.391

УРАН В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ АДРИАТИЧЕСКОГО МОРЯ

Н. С. Рисик

(Институт биологии южных морей АН УССР)

Среди естественно-радиоактивных элементов наибольшее значение имеет уран, являющийся родоначальником уран-радиевого ряда. Для оценки радиоэкологической ситуации и расчета поглощенной дозы, создаваемой ураном как альфа-излучателем, весьма важно знать его содержание в живых организмах. По данным различных авторов, концентрация урана в рыбах составляет $n \cdot 10^{-8}$ *г* на 1 *г* сырого веса (Перцов, 1964), в моллюске *Mytilus edulus* из района Аляски — $4{,}6 \cdot 10^{-8}$, в моллюске *Mytilus californianus* — $2{,}1 \cdot 10^{-8}$ *г* на 1 *г* сырого веса (Tatsumoto a. Goldberg, 1959). Черри (Cherry, 1964) указывает, что альфа-активность свежего планктона выше четырех пикокюри на 1 *г* сухого вещества и для этих организмов составляет дозу 230 *мбэр/год*.

Мы определяли уран при помощи диэлектрических детекторов, предложенных Прайсом и Уокером (Price a. Walker, 1962). В качестве детектора применяли лавсан (полиэтиленгликольтерефталат), эффективность регистрации которого составляла 88±5%. Ошибка в определении концентрации урана была ±10%. Данный метод позволяет одновременно с определением концентрации урана проводить радиографию образцов, т. е. изучать распределение в них урана (Абдуллаев и др., 1966).

Навески высушенных до постоянного веса анализируемых образцов организмов * (по 100—200 *мг*) или их золы мы помещали в лавсановые пакетики, которые затем облучали на реакторе потоком тепловых нейтронов. Ядра U^{235} в образцах под действием тепловых нейтронов делятся, осколки деления попадают в лавсан и создают в нем нарушения структуры, имеющие форму треков, которые после химического травления KOH становятся видимыми в оптический микроскоп. Концентрацию урана мы определяли на основании данных о потоках нейтронов, о сечении деления U^{235} тепловыми нейтронами и соотношениями числа осколков деления урана, зарегистрированных в лавсане от исследуемого образца и препарата с известным количеством урана. Число осколков деления урана устанавливали путем подсчета их следов в лавсане.

Таблица 1

Животное	Отношение: сырой вес / зола	Содержание урана		Радиоактивность за счет урана, (в пикокюри на 1 *кг* сырого веса)	Коэффициент накопления (на сырой вес)
		в 10^{-7} *г* на 1 *г* золы	в 10^{-7} *г* на 1 *г* сырого веса		
Губка *Verongia aerophora*	6,0	0,94	0,16	10,7	8
Моллюски:					
Mytilus galloprovincialis	6,9	1,00	0,14	9,4	7
Gibbula sp.	1,5	0,69	0,46	30,8	—
Офиура *Amphiura chiajei*	2,7	1,90	0,70	46,9	35
Морской еж *Arbacia* sp.	2,7	23,00	8,51	570,2	445

* Автор выражает искреннюю признательность Л. Г. Кулебакиной за предоставленные для анализа образцы организмов, собранных во время 61-го рейса научно-исследовательского судна «Академик А. Ковалевский».

В табл. 1 представлены наши данные о содержании урана в организме некоторых животных Адриатического м. Радиоактивность проб мы рассчитывали, исходя из того, что 1 *г* природной смеси урана ($U^{238}+U^{235}+U^{234}$) составляет $6{,}7\cdot10^{-7}$ *к* (Перцов, 1964).

В океанической воде в среднем содержится $2{,}7\cdot10^{-6}-3\cdot10^{-6}$ *г/л* урана (Попов, 1964; Шведов, Патин, 1968). Отклонения из этих величин могут наблюдаться вблизи континентов и во внутренних водоемах (привнос терригенного материала и взмучивание прибрежных донных отложений). Так, в Черном м. концентрация урана колеблется в пределах $(2{,}0\pm0{,}3)\cdot10^{-6}$—$2{,}8\cdot10^{-6}$ *г/л*, а в Каспийском м. достигает $1\cdot10^{-5}$ *г/л* (Старик и др., 1959; Николаев и др., 1960; Батурин, 1966), что значительно выше концентрации урана в водах Адриатического м. и северной части Атлантического и Тихого океанов, где она равна $(0{,}5—1{,}8)\cdot10^{-6}$ *г/л* (Stewart a. Bentley, 1954).

Полученные нами данные о концентрации урана в Адриатическом м. в 1967 г. приведены в табл. 2. Средняя концентрация для обследованной части моря составляет $(1{,}90\pm0{,}40)\cdot10^{-6}$ *г/л*.

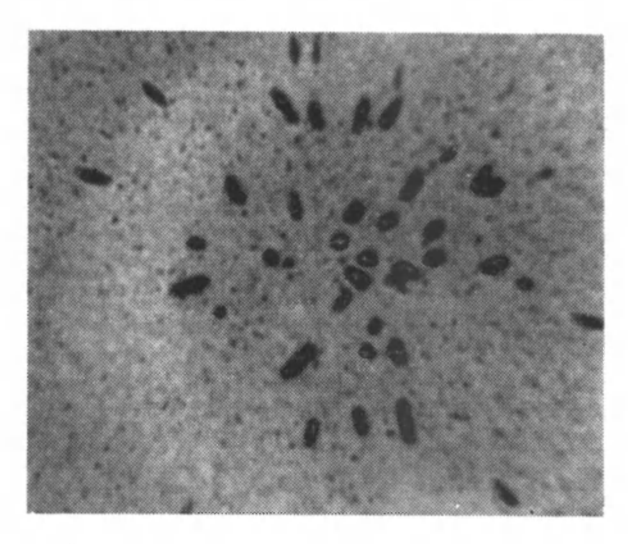
Таблица 2

Координаты		Дата взятия пробы	Глубина взятия пробы (в *м*)	Концентрация урана в 10^{-6} *г/л*
широта	долгота			
42°40′1	18°04′3	9.X	0	2,60
То же	То же	9.X	40	1,70
42°40′0	17°43′0	10.X	50	1,50
То же	То же	10.X	200	1,40
»	»	10.X	500	2,00
»	»	10.X	1000	1,60
»	»	10.X	1180	1,50
42°47′0	14°53′0	14.X	0	1,80
44°04′0	13°49′0	17.X	60	1,80
44°31′5	13°53′3	17.X	0	2,10
44°46′8	13°30′0	18.X	35	1,90
44°51′6	13°02′0	18.X	0	1,40
45°04′9	13°23′6	18.X	33	1,90
45°22′6	13°09′2	19.X	0	3,30
45°14′1	12°36′0	19.X	20	1,70
45°03′7	12°38′2	25.X	0	2,30
То же	То же	25.X	33	1,90

Зная концентрацию урана в воде и в организмах, можно рассчитать коэффициент его накопления, представляющий собой отношение содержания радиоэлемента в организме к его содержанию в воде (Поликарпов, 1964). Рассчитанные величины коэффициентов накопления приведены в табл. 1. Как видим, наибольшим оказался коэффициент накопления урана в теле морского ежа *Arbacia* sp., а наименьшим — в теле моллюска *Mytilus galloprovincialis*. По сводным данным Поликарпова (Polikarpov, 1966), коэффициент накопления урана в мышцах рыб равен 20, в планктоне — 50, в скелетах беспозвоночных — 400.

При определении концентрации урана в золе губки *Verongia aerophora* мы обнаружили одиночные его микроскопления в виде микрочастиц. Треки осколков деления ядер урана одной из таких микрочастиц, в которой он разделился под действием тепловых нейтронов, показаны на рисунке. Зная увеличение микроскопа, а также длину пробега осколков

ядер урана в лавсане, можно рассчитать диаметр микрочастицы и содержание в ней урана. По данным Х. Абдулаева и др. (1966), длина пробега осколков ядер урана в лавсане не превышает 18 *мк*. Наши расчеты показали, что концентрация урана в микрочастице, представленной на



Отображение на лавсане следов микрочастицы урана из образца золы губок *Verongia aerophora* (×600).

рисунке, составляет $n \cdot 10^{-3}$% сырого веса. В то же время средняя концентрация урана в данной губке — $1{,}6 \cdot 10^{-6}$% сырого веса. Повышенная на два-три порядка концентрация урана в микрочастицах создает локально повышенные поглощенные дозы по сравнению со средней дозой в организме, создаваемой за счет урана. Механизм образования микроскоплений урана пока не выяснен и остается предметом дальнейших исследований.

Таким образом, мы установили, что коэффициенты накопления урана в организме исследованных животных Адриатического м. могут быть разными: от единиц в теле моллюска *Mytilus galloprovincialis* до нескольких сотен в теле морского ежа *Arbacia* sp. В теле губки *Verongia aerophora* обнаружены микрочастицы с повышенным на два-три порядка содержанием урана по сравнению со средней концентрацией его в организме данного животного. Этот факт привлекает внимание с радиоэкологической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев Х., Горбачев С. К., Перелыгин В. П., Третьякова С. П. 1966. Определение геологического возраста слюд: мусковита, флогопита и биотита по следам осколков деления ядер урана. Препринт ОИЯИ Р3—2961. Дубна.

Батурин Г. Н. 1966. О содержании урана в осадках Каспийского моря. Ж. Атомная энергия, т. 21, в. 6.

Николаев Д. С., Корн О. П., Лазарев К. Ф., Колядин Л. Б., Кузнецов Ю. В., Гращенко С. М. 1960. Концентрация урана в водах Черного моря. ДАН СССР, т. 132, № 6.

Перцов Л. А. 1964. Природная радиоактивность биосферы. М.

Поликарпов Г. Г. 1964. Радиоэкология морских организмов. М.

Попов Н. И. 1964. Природная радиоактивность океанской воды. Океанология, т. 4, в. 2.

Старик И. Е., Кузнецов Ю. В., Николаев Д. С., Легин В. К., Лазарев К. Ф., Гращенко С. М., Колядин Л. Б. 1959. Распределение элементов в осадках Черного моря. ДАН СССР, т. 129, № 5.

Швeдов В. П., Патин С. А. 1968. Радиоактивность океанов и морей. М.
Cherry R. D. 1964. Alpha-radioactivity of plankton. Nature, v. 203, № 4941.
Polikarpov G. G. 1966. Radioecology of Aquatic Organisms. North. Holl. Publ. Co. Reinhold Book Div. Amsterdam—Nev-York.
Price P. B., Walker R. M. 1962. Chemical etching of charged particle tracks in solids. J. Appl. Phys., v. 33, № 3407.
Stewart D. C. and Bentley W. C. 1954. Analysis of uranium in sea water. Science, v. 120, № 3106.
Tatsumoto M. and Goldberg E. D. 1959. Some aspects of the marine geochemistry of uranium. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 17, № 3/4.

Поступила 3.I 1969 г.

URANIUM IN ORGANISM OF ANIMALS FROM THE ADRIATIC SEA

N. S. Risik

(Institute of Biology of Southern Seas, Academy of Sciences, Ukrainian SSR)

Summary

To elucidate the role of uranium in radioecological processes and its effect (as α-emitter) on the living organisms it is necessary to study the accumulation of this element in organisms under natural conditions. The data obtained permitted determining the coefficients of uranium accumulation and its radioactivity in the organism of some animals in the Adriatic Sea. The concentration factors can be of various magnitude from units and tens in *Mytilus galloprovincialis* to hundreds in *Arbacia* sp. In the body of *Verongia aerophora* the microcongeries of uranium are found in which its concentration is higher by two-three orders than the average contents in the organism. In places of localization of such microcongeries higher doses of radiation can be created.